



**PCT**  
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro  
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : F16J 15/43		A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/63595 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 26. Oktober 2000 (26.10.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/03559 (22) Internationales Anmeldedatum: 19. April 2000 (19.04.00) (30) Prioritätsdaten: 199 18 839.4 20. April 1999 (20.04.99) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MEDI-PORT KARDIOTECHNIK GMBH [DE/DE]; Wiesenweg 10, D-12247 Berlin (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NÜSSER, Peter [DE/DE]; Wustrower Strasse 23, D-13051 Berlin (DE). MÜLLER, Johannes [DE/DE]; Güntzelstrasse 63, D-10717 Berlin (DE). BUSKE, Norbert [DE/DE]; Eschenbachstrasse 4, D-12437 Berlin (DE). NEUMANN, Werner [DE/DE]; Zeppelinstrasse 92, D-12247 Berlin (DE). (74) Anwälte: GULDE, Klaus, W. usw.; Gulde Hengelhaupt Ziebig, Schützenstrasse 15 - 17, D-10117 Berlin (DE).			(81) Bestimmungsstaaten: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>

**(54) Title:** DEVICE FOR SEALING AN ANNULAR GAP

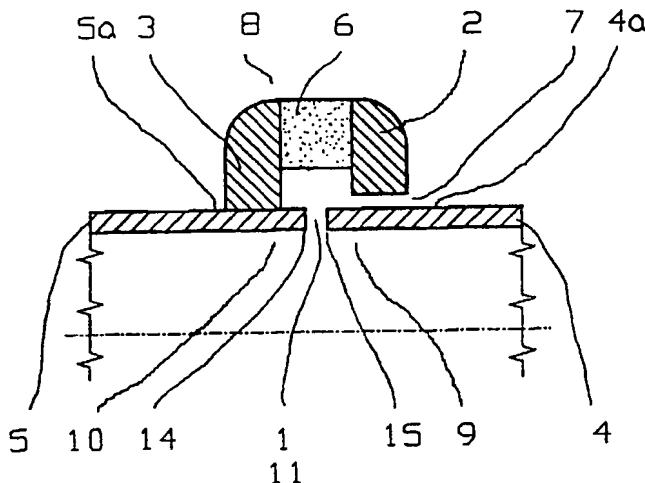
**(54) Bezeichnung:** VORRICHTUNG ZUM ABDICHTEN EINES RINGSPALTES

**(57) Abstract**

The invention relates to a device for sealing an annular gap. The aim of the invention is to provide a device for sealing an annular gap by means of a magnetic liquid. The inventive device can seal two contactless, axially adjacent pipe ends in such a way that no exchange takes place between the fluid medium in the pipes and the proximity and that the magnetic liquid does not mix with the fluid medium and that the pipes can be moved and rotated against each other involving little friction. To this end, the pipe ends forming an annular gap are connected to the poles of a magnetic arrangement in a magnetically conducting manner. Said magnetic arrangement is fixed around the annular gap area. A magnetic liquid is arranged in the annular gap.

**(57) Zusammenfassung**

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Abdichten eines Ringspaltes. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Abdichten eines Ringspaltes mittels einer Magnetflüssigkeit anzubieten, die es ermöglicht, zwei berührungsfrei, axial anliegende Rohrenden so abzudichten, daß zwischen dem fluiden Medium in den Rohren und der Umgebung kein Austausch erfolgt, die Magnetflüssigkeit sich nicht mit dem fluiden Medium vermischt und eine reibungsarme Bewegbarkeit und Drehbarkeit der Rohre gegeneinander möglich ist. Die Lösung der Aufgabe erfolgt dadurch, daß die einen Ringspalt bildenden Rohrenden mit den Polen einer um den Ringspaltbereich herum fixierten Magnetanordnung magnetisch leitend verbunden sind und im Ringspalt eine Magnetflüssigkeit angeordnet ist.



# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

---

## Vorrichtung zum Abdichten eines Ringspaltes

---

5

10

### Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Abdichten eines Ringspaltes gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

15

Die Verwendung von sogenannten Magnetflüssigkeiten zur Abdichtung ist bekannt.

20

Magnetflüssigkeiten sind stabile Dispersionen mit superparamagnetischen Eigenschaften. Die Dispersionen bestehen im allgemeinen aus der magnetischen Komponente, aus amphiphilen Zusätzen und einer Trägerflüssigkeit. Als magnetische Komponente werden ferri- oder ferromagnetische Teilchen verwendet, deren Teilchengröße zwischen 3 und 50nm liegt. Die Teilchen erhalten durch die sogenannten amphiphilen Zusätze entweder hydrophile oder hydrophobe Eigenschaften und können dadurch homogen entweder in wäßrigen oder organischen Trägerflüssigkeiten fein verteilt werden.

25

30

Die Zusammensetzung der Magnetflüssigkeit richtet sich nach ihrer Anwendung, nach der die erwünschte Sättigungsmagnetisierung, die Viskosität und die chemische Zusammensetzung festgelegt wird. Die Sättigungsmagnetisierung bestimmt die Wechselwirkung der Magnetflüssigkeit im Magnetfeld. Je stärker die

35

Magnetisierung ist, um so größere Druckunterschiede kann die Dichtung aushalten.

Die Trägerflüssigkeit besteht insbesondere bei der Anwendung als Dichtungsmittel aus hochsiedenden Flüssigkeiten, um ein Verdampfen der Trägerflüssigkeit zu vermeiden. Die Art der amphiphilen Zusätze (Tenside) richtet sich sowohl nach der verwendeten magnetischen Komponente als auch nach der Trägerflüssigkeit. Die Art der Tenside bestimmt sowohl ihre Fixierbarkeit an der Teilchenoberfläche der magnetischen Komponente als auch die Dispergierfähigkeit der Teilchen in der jeweiligen Trägerflüssigkeit.

So werden beispielsweise bei Drehdurchführungen sogenannte radiale Magnetflüssigkeitsabdichtungen vorgeschlagen. Hierbei wird die Magnetflüssigkeit im Raum zwischen einer Welle und einem Gehäuse eingebracht und mittels eines magnetischen Feldes fixiert. Dieses Magnetfeld wird im allgemeinen durch einen Permanentmagneten erzeugt, der die Magnetflüssigkeit in der Drehdurchführung festhält. Entsprechende Drehdurchführungen haben sich zum Abdichten gegenüber einem Unterdruck bzw. einem Überdruck bewährt. Diese Magnetflüssigkeitsdichtungen zeichnen sich durch eine geringe Reibung, sehr gute Dichtheit und die Vermeidung jeglichen Abriebs aus.

Eine weitere radiale Abdichtung wird beispielsweise in dem amerikanischen Patent US 4830384 beschrieben.

Die oben beschriebene radiale Abdichtung auf der Basis von Magnetflüssigkeiten werden vielfältig eingesetzt, insbesondere zur Abdichtung gegenüber gasbeziehungsweise dampfförmigen Medien.

Im SU-Patent Nr. 675248 ist eine Axialdichtung auf Basis magnetischer Flüssigkeiten beschrieben. Bei dieser Magnetflüssigkeitsdichtung wird durch axiale Anordnung der Magnetflüssigkeit eine Abdichtung zwischen einer Welle und einem Gehäuse erreicht. Hierbei wird ein Magnet, zwischen dessen Polen eine Magnetflüssigkeit angeordnet ist, ringförmig um die Welle herum geführt. Diese Abdichtung dient ebenfalls vorrangig dem Abdichten gegenüber gasförmigen beziehungsweise dampfförmigen Medien.

Dichte Rohrverbindungen, durch die fluide Medien, sowohl flüssig als auch gasförmig, bei Normal-, Unter- und Überdruck transportiert werden, sind ebenfalls bekannt.

Häufig sind diese Rohrverbindungen von starrer Konstruktion. Eine flexible Beweglichkeit und Rotation der verbundenen Rohre gegeneinander ist nicht möglich. Die als Dichtmittel in radialer oder auch in axialer Anordnung verwendeten Materialien, wie elastische, polymere und/oder quellbare Stoffe, treten nicht selten in nachteilige Wechselwirkungen mit dem strömenden Fluid, haben Abrieb und hohe Leckraten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Vorrichtung zum Abdichten eines Ringspaltes mittels einer Magnetflüssigkeit anzubieten, die es ermöglicht, zwei berührungsfrei, axial anliegende Rohrenden so abzudichten, daß zwischen dem fluiden Medium in den Rohren und der Umgebung kein Austausch erfolgt, die Magnetflüssigkeit sich nicht mit dem fluiden Medium vermischt und eine reibungsarme Bewegbarkeit und Drehbarkeit der Rohre gegeneinander möglich ist.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt dadurch, daß die einen Ringspalt bildenden Rohrenden mit den Polen einer um den Ringspaltbereich herum fixierten Magnetanordnung magnetisch leitend verbunden sind und im Ringspalt eine  
5 Magnetflüssigkeit angeordnet ist.

Die Erfindung weist verschiedene Vorteile auf. So ist es möglich, zwei berührungsfrei, axial anliegende Rohrenden abzudichten und eine Beweglichkeit der beiden  
10 Rohrenden gegeneinander zu garantieren, ohne daß dabei Dichtungsprobleme auftreten. Im Falle einer kreisförmigen Querschnittsfläche der Rohrenden ist es sogar möglich, axiale Rotationsbewegungen der beiden Rohrenden gegeneinander durchzuführen. Auch hierbei  
15 treten keine Abdichtungsprobleme auf. Aufgrund des flüssigen Dichtungsmittels ist kein Abrieb zu beobachten.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß  
20 die hier verwendeten flexiblen Abdichtungsmittel auf der Basis von Magnetflüssigkeiten mit unterschiedlichen Trägerflüssigkeiten ausgestattet werden können. Das Spektrum der einsetzbaren Flüssigkeiten reicht von Wasser oder mit Wasser mischbaren Flüssigkeiten bis zu  
25 ölartigen, in Wasser unlöslichen Flüssigkeiten. Der Charakter der Trägerflüssigkeit kann dadurch dem Charakter des durch die Rohrleitungen zu transportierenden fluiden Mediums angepaßt werden, das heißt, fließen wäßrige Medien an der Vorrichtung zum  
30 Abdichten vorbei, ist es zweckmäßig, eine Magnetflüssigkeit auf der Basis eines Öles als Dichtungsmittel einzusetzen und umgekehrt fließt ein ölartiges Medium durch die Rohrleitungen, bietet sich der Einsatz einer Magnetflüssigkeit auf Wasserbasis an.

35

Der Grad der Wechselwirkungen zwischen Fluid und Magnetflüssigkeit geht hierbei mit Unterstützung der Wirkung des magnetischen Feldes gegen Null, was insbesondere beim Fördern und Transportieren von biologischen und sonstigen empfindlichen Fluiden von außerordentlichem Vorteil ist.

Die Möglichkeit, Magnetflüssigkeiten auf Basis von perfluorierten Polyethern einzusetzen, erlaubt es sogar, Öl-in-Wasser- bzw. Wasser-in-Öl-Emulsionen, die hydrophile und hydrophobe Eigenschaften aufweisen und damit mit einer ölartigen bzw. wäßrigen Trägerflüssigkeit in Wechselwirkung treten könnten, durch Rohre zu befördern, die mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung verbunden und abgedichtet sind.

Desweiteren hat sich die erfindungsgemäße Abdichtung als außerordentlich reibungsarm erwiesen, so daß der Energieaufwand zur Erzeugung einer axialen Rotation stark minimiert werden kann und eine Erwärmung des zu fördernden Mediums nicht auftritt.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist, daß auch Rohre bzw. Rohrenden miteinander axial abgedichtet werden können, die keinen kreisförmigen Querschnitt aufweisen. Das betrifft sowohl ovale Querschnitte als auch Mehrkant-Querschnitte. Dabei ist es nur erforderlich, daß erfindungsgemäß durch eine Magnetanordnung ein symmetrisches Magnetfeld erzeugt, das an einem Rohrende einen magnetischen Nord- und am anderen Rohrende einen magnetischen Südpol erzeugt, und damit die Magnetflüssigkeit im Ringspalt fixiert wird. Hierbei ist die Oberflächenqualität wie z. b. Rauigkeit der Stirnflächen der Rohrenden weitestgehend unerheblich.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Ansprüchen 2 bis 20 angegeben.

Die Weiterbildung nach Anspruch 2 und Anspruch 3 dient einer effektiven Weiterleitung des magnetischen Feldes in die Rohrenden durch die Anordnung sogenannter Polschuhe unter Herausbildung von Nord- und Südpol mit dem Ziel, im Ringspalt eine Magnetflüssigkeit zu fixieren.

Die Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 3 und 4 bietet die Möglichkeit, eine hohe Flexibilität und Beweglichkeit der Vorrichtung zum Abdichten eines Ringspalt zu erreichen. Das wird insbesondere durch die zweiteilige Ausführung eines Polschuhes erreicht, wobei beide Teile, das Magnetteil und das Rohrteil durch einen ringförmigen Nebenspalt berührungsfrei getrennt sind. Dadurch ist auch eine Rotation eines der Rohre möglich, ohne daß die Abdichtfunktion der Rohrverbindung beeinträchtigt wird.

Da gemäß der Ausgestaltung nach Anspruch 5 eine unterschiedliche Polung der beiden Rohrenden durch eine unterschiedliche Polung der Polschuhe erreicht wird, erlaubt die Anordnung einer umlaufenden Barriere nach den Ansprüchen 6 und 7 durch das berührungsfreie Anliegen des Magnetteiles des zweigeteilten Polschuhes die Ausbildung eines Nord- und Südpoles zwischen der Barriere und dem Magnetteil. Das führt vorteilhafterweise zu einer Kompensation der magnetischen Anziehungskraft zwischen den Rohrenden.

Die Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 8 und 9 betreffen die Ausbildung der Magnete der Magnetanordnung. Ringmagnete einzusetzen, ermöglichen



es den Ringspalt von der Umgebung abzugrenzen, wenn die äußeren Bedingungen dies erforderlich machen sollten. Im Gegensatz dazu erlaubt die Anordnung von mindestens zwei einzelnen Magneten vorteilhafterweise ein direktes Beobachten des teilweise frei sichtbaren Ringspaltes.

Die Weiterbildung nach Anspruch 10 zeigt die Möglichkeit auf, zum einen die Polschuhe am Rohrende anzusetzen und zum anderen die Ausformung des Rohrendes direkt vorzunehmen. Der erstgenannte Fall geht im Wesentlichen davon aus, daß Rohre aus nicht magnetisierbaren Material vorliegen, während die zweite angegebene Ausführungsform insbesondere bei Rohren Anwendung finden kann, die aus magnetisierbaren Materialien bestehen.

Wesentlich für die Funktionsfähigkeit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Ausbildung der Stirnflächen der Rohrenden, zwischen denen die Magnetflüssigkeit angeordnet ist. Die Stirnflächen bilden die rohrseitige Begrenzung des Ringspaltes.

In den Weiterbildungen nach den Ansprüchen 11 bis 18 sind die Möglichkeiten der Ausbildung der Stirnflächen angegeben. Welche jeweilige Ausbildung Anwendung findet, hängt unter anderem von der zu erwartenden Beweglichkeit der Abdichtvorrichtung ab. Soll beispielsweise ein Rohr eine Rotationsbewegung ausführen, ist es erforderlich, daß eine Stirnfläche gewählt wird, die eine möglichst geringe Reibung verursacht.

Die Ausgestaltung nach Anspruch 19 zeigt die Möglichkeit auf, sowohl Permanent- als auch Elektromagnete einzusetzen. Die Polschuhe aus

weichmagnetischen Materialien zu fertigen, wie es im Anspruch 20 angegeben ist, trägt der hohen magnetischen Leitfähigkeit in diesen Materialien Rechnung.

5 Die Weiterbildung nach Anspruch 21 betrifft die Anordnung und Befestigung von einzelnen und/oder Ringmagneten direkt an den Rohrenden. Für bestimmte Anwendungen ist es dadurch vorteilhafterweise möglich, die erfindungsgemäße Vorrichtung durch Weglassen oder  
10 teilweises Weglassen von Polschuhen größenmäßig zu minimieren.

Die Erfindung wird im folgenden Ausführungsbeispiel anhand der Figuren 1 bis 8 näher erläutert.

15

Es zeigen:

Fig. 1 eine Schnittdarstellung einer im äußeren Rohrendenbereich vorgesehenen Magnet-  
20 anordnung,

Fig. 2 eine Schnittdarstellung der an den Stirn-  
flächen der Rohrenden angesetzten  
25 Vorrichtung,

Fig. 3a eine Axialansicht der Vorrichtung mit einem Ringmagneten,

Fig. 3b eine Axialansicht der Vorrichtung mit zwei  
30 einzelnen Magneten,

Fig. 4 eine Schnittdarstellung der Vorrichtung an einer trichterförmigen Rohrerweiterung,

Fig. 5 eine Schnittdarstellung der Vorrichtung mit Barriere zur Reduzierung der Anziehung,

Fig. 6a beispielhafte Darstellungen der Ausbildung  
5 bis der Stirnflächen,  
Fig. 6g

Fig. 7 eine Schnittdarstellung mit unsymmetrisch aufgesetztem Magneten,

Fig. 8 eine Schnittdarstellung mit unsymmetrisch angesetztem Magneten.

15 In Fig. 1 ist in Schnittdarstellung eine beispielhafte Anordnung der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt, wobei hier und in Fig. 2 bis 8 zur übersichtlichen Darstellung die beispielhaften Ausgestaltungen der Erfindung an Rohrwänden 4a und 5a der Rohre 4 und 5 im Bereich von Rohrenden 9 und 10  
20 gezeigt sind. Die Rohrenden 9 und 10 sind soweit einander genähert, daß ein durch Stirnflächen 14 und 15 begrenzter Ringspalt 1 entsteht.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß Fig. 1 besteht  
25 aus einer Magnetanordnung 8 und einer hier nicht dargestellten, im Ringspalt 1 fixierten Magnetflüssigkeit 11. Die Magnetanordnung 8 enthält einen Magneten 6, der ringförmig oder ringförmig diskret verteilt um den Ringspalt 1 herum positioniert ist, und  
30 sogenannte Polschuhe 2 und 3, die der Weiterleitung des magnetischen Flusses und der optimalen Orientierung des magnetischen Feldes im Ringspalt 1 dienen. Der Polschuh 3 ist mit der Rohrwand 5a verbunden. Der Polschuh 2 bildet mit der Rohrwand 4a einen Nebenspalt 7. Der  
35 Magnet 6 wird oberhalb des Ringspaltes 1 vom Polschuh 3

gehaltet. Die Rohrenden 9 und 10 sind über die Polschuhe 2 und 3 mit dem Magneten 6 magnetisch leitend verbunden. Der zwischen dem Polschuh 2 der Magnetanordnung 8 und der Rohrwand 4a ausgebildete Nebenspalt 7 ist in seiner Größe so ausgeführt, daß eine Übertragung des magnetischen Feldes vom Magneten 6 über den Polschuh 2 auf das Rohrende 9 möglich ist. Der Nebenspalt 7 ermöglicht eine flexible Kopplung der beiden Rohre 4 und 5. Die Weiterleitung des magnetischen Flusses über die Polschuhe 2 und 3 führen zur Ausbildung eines magnetischen Nord- und Südpoles an den Rohrenden 9 und 10, zwischen denen die Magnetflüssigkeit 11 gehalten wird.

Fig. 2 zeigt eine Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, deren zu verbindende Rohre 4 und 5 aus nicht magnetisierbarem Material bestehen. Hier ist es erforderlich, daß die Polschuhe 2 und 3 stirnseitig an den Rohrenden 9 und 10 der nicht magnetisierbaren Rohren 4 und 5 angesetzt werden. Der Polschuh 2 ist zur Erhaltung des Nebenspalts 7 zweigeteilt. Direkt am Magnet 6 anliegend ist ein Magnetteil 2a des Polschuhes 2 und am Rohrende 9 ein Rohrteil 2b des Polschuhes 2 stirnseitig angesetzt. Das Rohrteil 2b und das Magnetteil 2a bilden den Nebenspalt 7. Zwischen dem stirnseitig angesetzten Polschuh 3 und dem Rohrteil 2b des Polschuhes 2 wird der Ringspalt 1 gebildet, der die erforderliche unterschiedliche magnetische Polung zur Fixierung der Magnetflüssigkeit 11 aufweist.

Fig. 3a und 3b zeigen Axialansichten der erfindungsgemäßen Vorrichtung vom Rohr 4 aus gesehen. Die beiden Ansichten sind teilweise aufgeschnitten, um die Ausbildung des Magneten 6 zu erkennen. Bei dieser Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird von

5 einem kreisförmigen Querschnitt der zu verbindenden  
Rohre 4 und 5 ausgegangen. In Fig. 3a ist ein  
ringförmig angeordneter Magnet 6 vorgesehen, der  
zwischen den Polschuhen 2 und 3 fixiert ist. In Fig. 3b  
10 dagegen sind zwei gegenüberliegende Einzelmagnete 6  
angeordnet, die ebenfalls zwischen den Polschuhen 2 und  
3 fixiert sind. Die Polschuhe 2 und 3 besitzen hier  
eine andere Form. Diese Form ist erforderlich, um die  
Magnetfeld-Ausbildung in Richtung des Ringspaltes 1 zu  
15 optimieren. Das Rohr 4 bildet mit dem Polschuh 2 den  
Nebenspalt 7. In Fig. 3b sind beispielhaft zwei  
Magneten 6 in einzelner Anordnung dargestellt, jedoch  
in Abhängigkeit von zu lösenden Dichtungsproblematiken  
zwischen zwei Rohren 4 und 5 ist die weitere Anordnung  
20 von Magneten 6 vorteilhafterweise möglich. Dazu wäre es  
dann erforderlich, die Form der Polschuhe 2 und 3  
anzupassen.

20 Fig. 4 zeigt beispielhaft eine Ausgestaltung der  
Erfindung, bei der trichterförmige Erweiterungen bzw.  
Verengungen von Rohrenden zusammengeführt werden. Die  
Magnetanordnung 8 entspricht der Magnetanordnung 8 in  
Fig. 1.

25 Die Ausbildung der magnetischen Felder zwischen den  
Stirnflächen 14 und 15 der Rohrenden 9 und 10 kann bei  
nicht ausreichender Fixierung der Rohre 4 und 5  
aufgrund der magnetischen Anziehung zu einer Verengung  
des Ringspaltes 1 führen. Nachteiligerweise kann  
30 dadurch Magnetflüssigkeit 11 aus dem Ringspalt 1  
austreten bzw. die Flexibilität dieser Rohrverbindung  
wird durch die Verkleinerung des Ringspaltes 1  
eingeschränkt.

Die beispielhafte Ausgestaltung von Fig. 5 erlaubt durch die Anordnung einer umlaufenden Barriere 12, die mit dem Polschuh 2 einen Axialspalt 13 bildet, eine magnetische Gegenkraft aufzubauen, die der Anziehung  
5 zwischen den Stirnflächen 14 und 15 entgegenwirkt. Das wird dadurch erreicht, daß die Barriere 12 gegenüber dem Polschuh 2 ebenfalls magnetisch gepolt ist.

10 In Fig. 6a bis 6g werden unterschiedliche Ausführungsformen des Ringspalt 1 bzw. der Stirnflächen 14 und 15, die den Ringspalt 1 in axialer Richtung begrenzen, gezeigt. Im Ringspalt 1 ist die Magnetflüssigkeit 11 angeordnet.

15 In einer weiteren beispielhaften Ausgestaltung der Erfindung gemäß Fig. 7 ist der Magnet 6 der Magnetanordnung 8 unmittelbar auf der Rohrwand 5a befestigt. Der Polschuh 2 überträgt das magnetische Feld über den Nebenspalt 7 hinweg auf das Rohrende 9  
20 des weichmagnetischen Rohres 4.

In der beispielhaften Ausgestaltung gemäß Fig. 8 ist der Magnet 6 am Rohrende 10 angeordnet, wobei der Magnet 6 als Ringmagnet ausgeführt ist. Unmittelbar am  
25 Magneten 6 ist ein Polring 16 angebracht, der mit seiner Stirnfläche 14 und der Stirnfläche 15 des Rohrendes 9 den Ringspalt 1 bildet. Der Polschuh 3 wird den Magneten 6 und den Ringspalt 1 übergreifend zum Rohrende 9 geführt. Hier bildet er mit der Rohrwand 4a  
30 des weichmagnetischen Rohres 4 den Nebenspalt 7.

**Bezugszeichenliste**

5

	1	Ringspalt		9	Rohrende
10	2	Polschuh	30	10	Rohrende
	2a	Magnetteil		11	Magnetflüssigkeit
	2b	Rohrteil		12	Barriere
15	3	Polschuh	35	13	Axialspalt
	4	Rohr		14	Stirnfläche
	4a	Rohrwand		15	Stirnfläche
20	5	Rohr	40	16	Polring
	5a	Rohrwand			
	6	Magnet			
25	7	Nebenspalt	45		
	8	Magnetanordnung			

50

**Patentansprüche**

- 5        1. Vorrichtung zum Abdichten eines Ringspalt, gebildet aus berührungsfrei, axial anliegenden Rohrenden (9, 10) zweier Rohre (4, 5),  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die den Ringspalt (1) bildenden Rohrenden (9,  
10        10) der Rohre (4, 5) mit den Polen einer um den Ringspaltbereich herum fixierten Magnetanordnung (8) magnetisch leitend verbunden sind und im Ringspalt (1) eine Magnetflüssigkeit (11) angeordnet ist.
- 15
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Magnetanordnung (8) über zwei Polschuhe (2,  
20        3) mit den Rohrenden (9, 10) magnetisch leitend verbunden ist, wobei ein Polschuh (3) an einem Rohrende (10) und ein zweiter Polschuh (2) am Rohrende (9) angeordnet ist.
- 25
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein Polschuh (2) zweiteilig ausgebildet ist, wobei ein Rohrteil (2b) des Polschuhes (2) am Rohr  
30        (4) und ein Magnetteil (2a) des Polschuhes (2) an dem Magneten (6) der Magnetanordnung (8) magnetisch leitend befestigt ist.



4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Magnetteil (2a) und das Rohrteil (2b) durch  
einen ringförmigen Nebenspalt (7) berührungsfrei  
5 getrennt sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
10 daß der Polschuh (2) und der Polschuh (3) eine  
unterschiedlich magnetische Polung aufweisen.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
15 dadurch gekennzeichnet,  
daß das Rohrende (9) eine umlaufende Barriere (12)  
aufweist, die mit dem Polschuh (2) einen Axialspalt  
(13) bildet.
- 20 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Rohrteil (2b) eine umlaufende Barriere (12)  
aufweist, die mit dem Magnetteil (2a) einen  
25 Axialspalt (13) bildet.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
30 daß die Magnetanordnung (8) mindestens zwei  
einzelne Magnete (6) aufweist, deren Nord- bzw.

Südpol mit jeweils einem Polschuh (2, 3) verbunden sind.

5        9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Magnetanordnung (8) mindestens einen  
ringförmigen Magneten (6) aufweist.

10       10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Polschuh (3) und das Rohrteil (2a) des  
Polschuhes (2) an den Rohrenden (9, 10) der Rohre  
(4, 5) befestigt und/oder direkt angeformt sind.

15

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß den Ringspalt (1) in axialer Richtung  
20 begrenzenden Stirnflächen (14, 15), zwischen denen  
die Magnetflüssigkeit (11) angeordnet ist,  
zueinander spiegelsymmetrisch ausgebildet sind.

25       12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die den Ringspalt (1) in axialer Richtung  
begrenzenden Stirnflächen (14, 15), zwischen denen  
die Magnetflüssigkeit (11) angeordnet ist,  
30 zueinander nicht symmetrisch ausgebildet sind.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Stirnflächen (14, 15) in Richtung der  
Ringspaltachse umlaufende und/oder nicht umlaufende  
5 Vertiefungen und/oder Erhöhungen aufweisen.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
10 daß die Stirnflächen (14, 15) in Richtung der  
Ringspaltachse eine plane Ausbildung aufweisen.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,  
15 dadurch gekennzeichnet,  
daß die Stirnflächen (14, 15) parallel zueinander  
angeordnet sind.
- 20 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Stirnflächen (14, 15) nicht parallel  
angeordnet sind.
- 25 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Stirnflächen (14, 15) bezogen auf die  
Ringspaltachse rechtwinklig angeordnet sind.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Stirnflächen (14, 15) bezogen auf die  
Ringspaltachse spitz- und/oder stumpfwinklig  
5 angeordnet sind.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet,  
10 daß die Magnete (6) der Magnetanordnung (8) als  
Permanent- oder Elektromagnete ausgebildet sind.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19,  
15 dadurch gekennzeichnet,  
daß die Polschuhe (2a, 2b, 3), die Barriere (12)  
und der Polring (16) aus weichmagnetischem Material  
bestehen.
- 20
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Magnete (6) der Magnetanordnung (8) an den  
Rohrenden (9, 10) der Rohre (4, 5) befestigt sind.

1/5

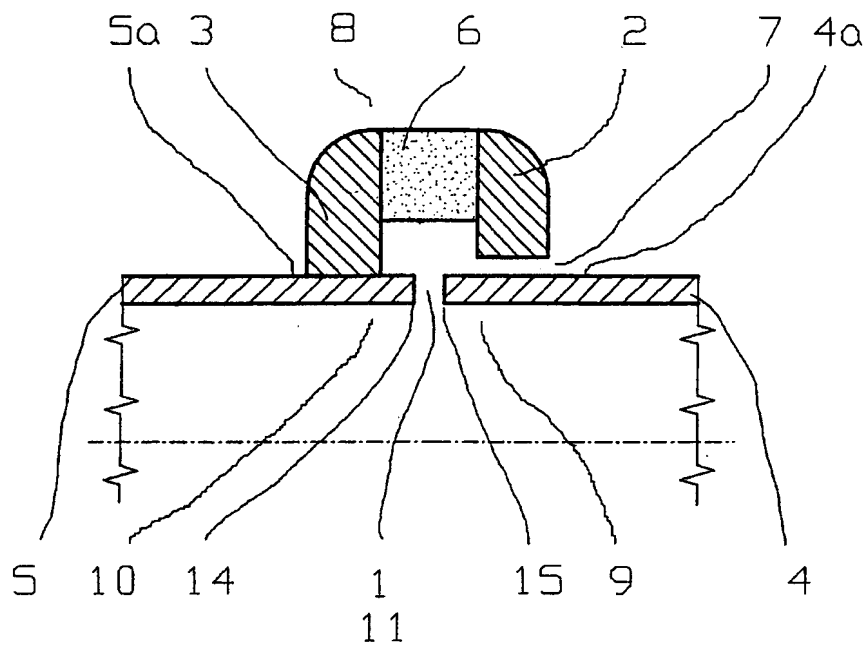


Fig. 1

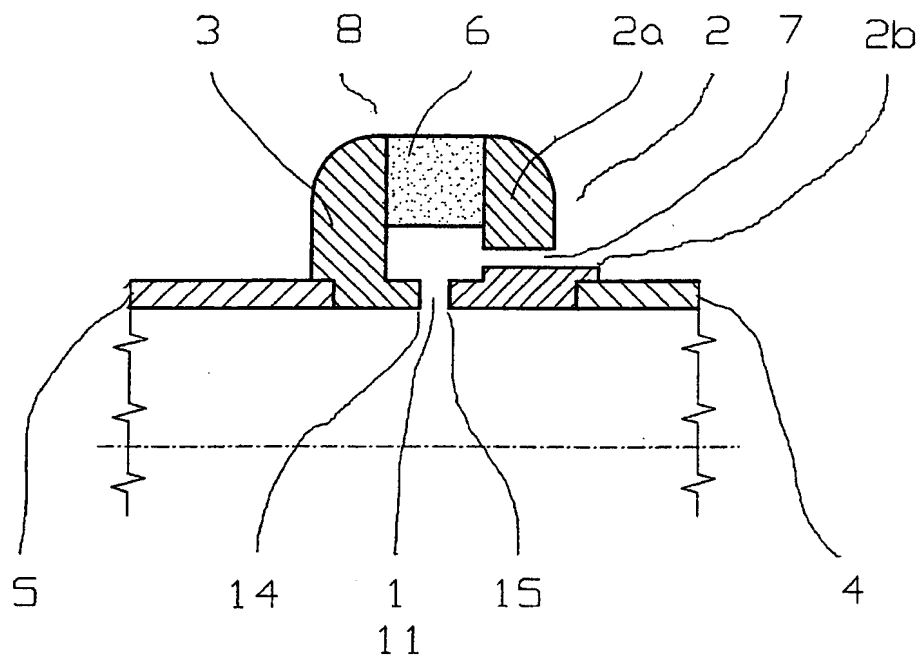


Fig. 2

2/5

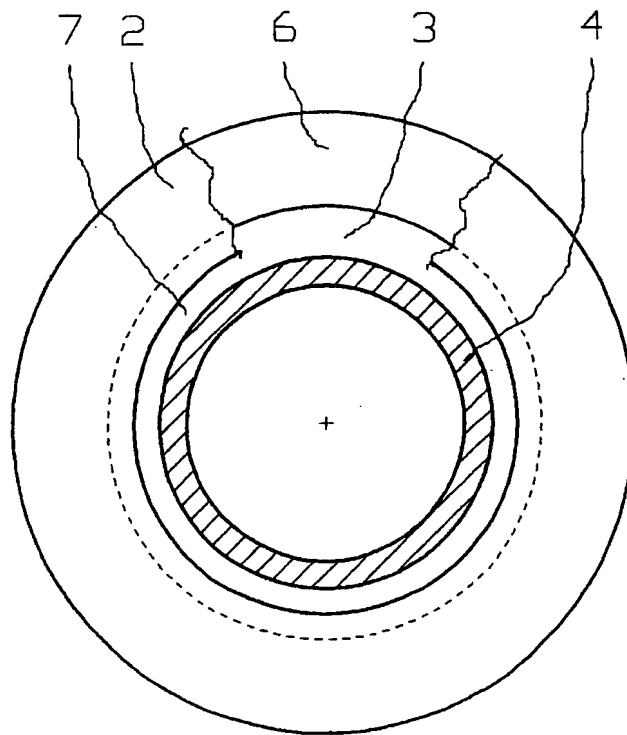


Fig. 3a

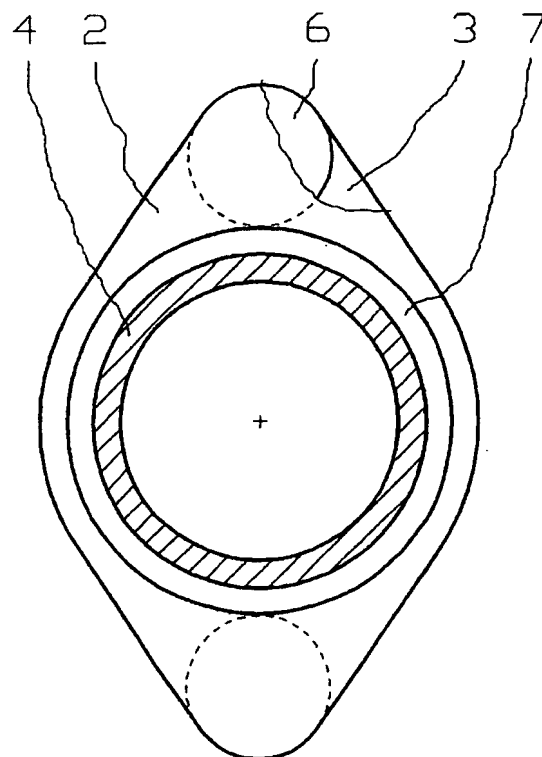


Fig. 3b

3/5

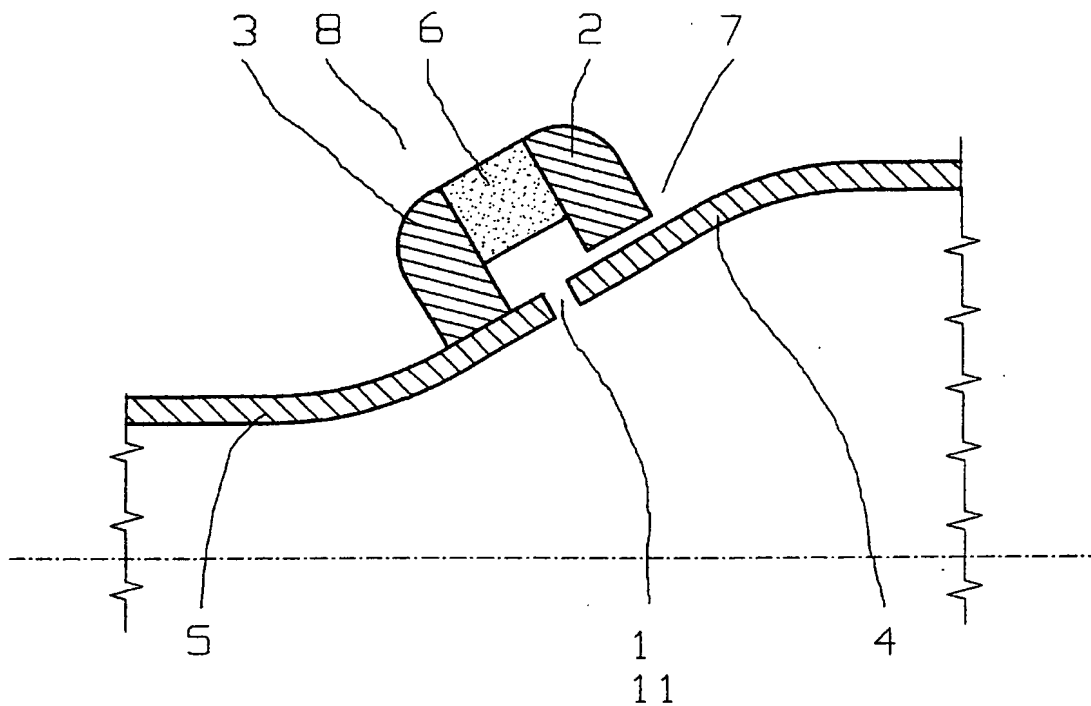


Fig. 4

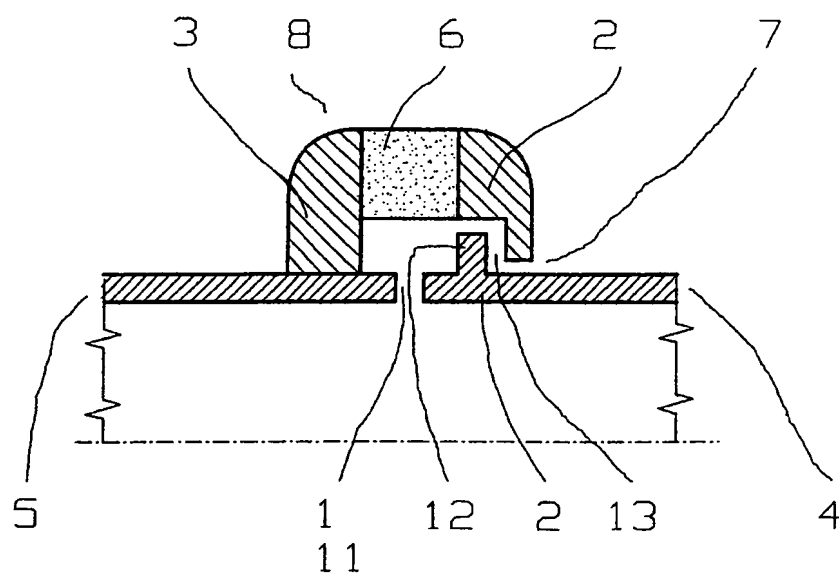


Fig. 5

4/5

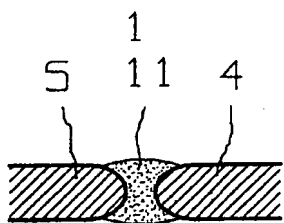


Fig. 6a

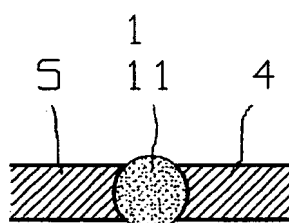


Fig. 6b

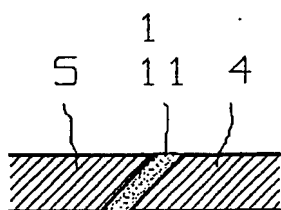


Fig. 6c

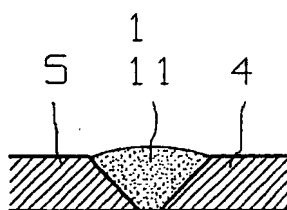


Fig. 6d

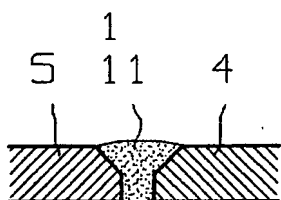


Fig. 6e

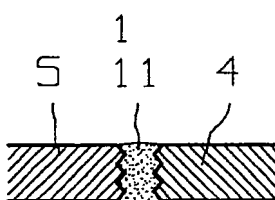


Fig. 6f

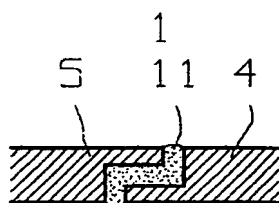


Fig. 6g



5/5

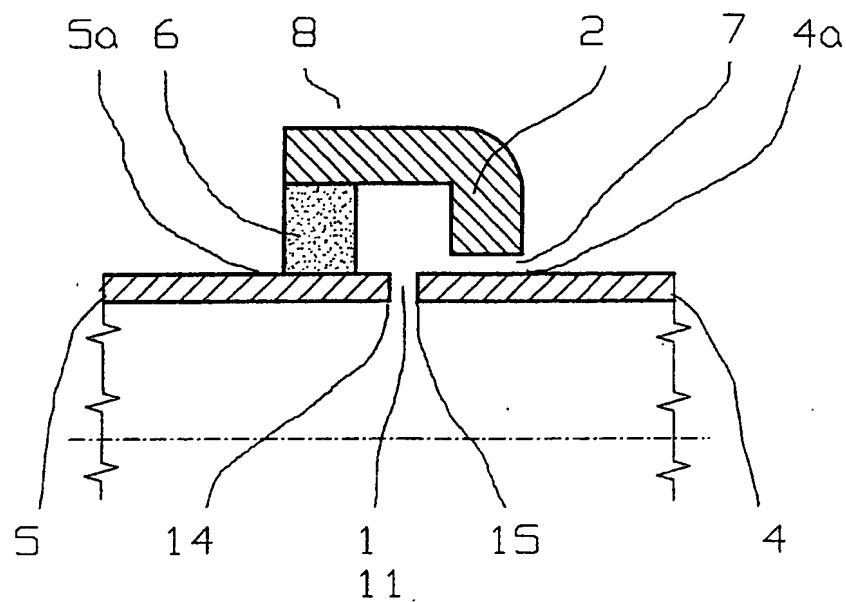


Fig. 7

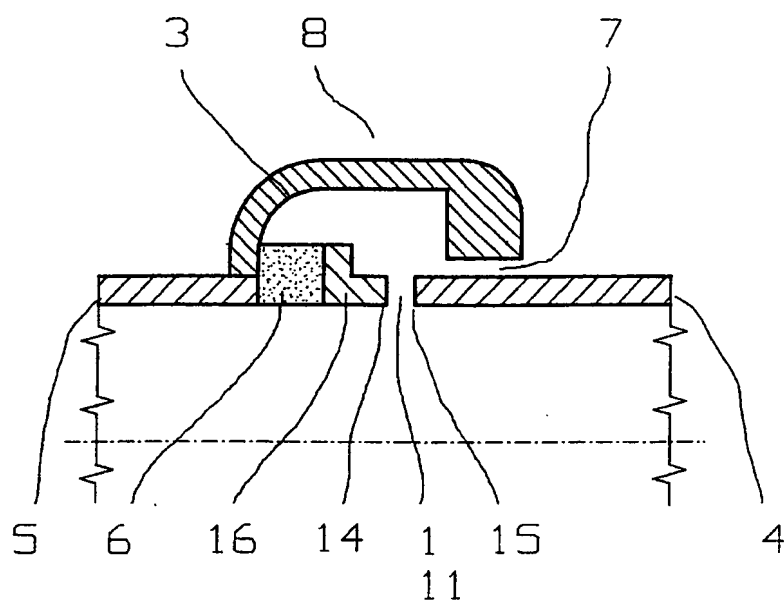


Fig. 8